

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05501360   \*\*Image available\*\*

LASER ANNEALING METHOD AND LASER ANNEALING APPARATUS FOR  
THIN FILM  
SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.:     **09-116160** [JP 9116160 A]

PUBLISHED:    May 02, 1997 (19970502)

INVENTOR(s):  SASAKI HIROHARU  
                 KAWAKUBO YUKIO

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)

APPL. NO.:    07-269906 [JP 95269906]

FILED:        October 18, 1995 (19951018)

INTL CLASS:   [6] H01L-029/786; H01L-021/336; G02F-001/136; H01L-021/268;  
                 H01S-003/00

JAPIO CLASS:  42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.2 (PRECISION  
                 INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 44.9 (COMMUNICATION --  
                 Other)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R011 (LIQUID CRYSTALS); R096 (ELECTRONIC  
                 MATERIALS -- Glass Conductors)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a time for a treatment and utilize a laser  
beam efficiently.

SOLUTION: The recessed stripe trenches on the beam reflective plane of a  
totally reflective mirror 5 are inclined from the direction of the light  
axis (a) of a laser beam 4 by an angle of 45 deg.. As the beam reflective  
plane can reflect the laser beam 4 as stripe-shaped reflected lights 9  
toward the row of a TFT part 7, if the laser beam 4 is applied, the  
stripe-shaped reflected lights 9 are securely applied to the respective  
pixels in the longitudinal row of the TFT part 7. As a result, it is not  
necessary to scan a substrate, etc., and a time for the treatment can be  
reduced without fail and, further, as it is not necessary to apply the  
laser beam to the whole surface of a substrate, the laser beam can be  
utilized efficiently.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-116160

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 29/786  
21/336  
G02F 1/136 500  
H01L 21/268  
H01S 3/00

F I  
H01L 29/78 627 G  
G02F 1/136 500  
H01L 21/268 Z  
H01S 3/00 B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平7-269906  
(22) 出願日 平成7年(1995)10月18日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 佐々木 弘治  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内  
(72) 発明者 川久保 幸雄  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発本部内  
(74) 代理人 弁理士 秋本 正実

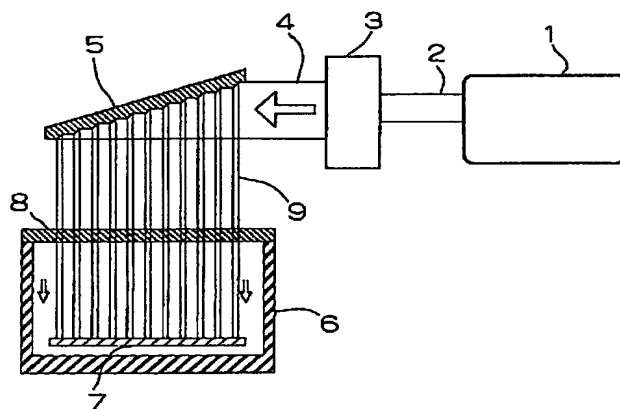
(54) 【発明の名称】 薄膜半導体素子のレーザアニール法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 処理時間の短縮化は勿論の他、レーザビームを有効活用できること。

【解決手段】 全反射鏡5の凹陷条溝53がレーザビーム4の光軸aに対し45°に傾いた角度αをもち、帯状反射光9としてTFT部72の列に向かって反射し得るビーム反射面部51を有するので、レーザビーム4が当たると、帯状反射光9が各画素71毎のTFT部72の長手方向の列に向かって確実に照射でき、従って、第一、第二の従来技術に比較し、基板などをスキャンしたりすることが不要になると共に加工時間を確実に短縮でき、また第三の従来技術に比較し、基板全面を照射することがなく、レーザ光を極めて有効に利用できる。

【図1】



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一位置に矩形状の薄膜半導体素子を有する各々の画素を複数整列させてなる液晶ディスプレイ基板を用い、該基板面にレーザ光を照射し、薄膜半導体素子をアモルファスシリコンからポリシリコンに改質してなる半導体素子のレーザアニール方法において、レーザ光が照射されたとき、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させ、次いで、該帯状反射光が液晶ディスプレイの各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に照射した時点で、各画素の薄膜半導体素子列のみを一括的にレーザアニールすることを特徴とする薄膜半導体素子のレーザアニール法。

【請求項 2】 レーザ発振装置と、該レーザ発振装置から出射されたレーザ光を均一強度分布のレーザビームとして透過させる整形光学系と、レーザビームの入射部に透過窓を有し、かつ同一位置に矩形状の薄膜半導体素子を有する各々の画素を複数整列させてなる液晶ディスプレイ基板を、所定位置にセットしたレーザ加工室と、整形光学系及びレーザ加工室間の光路位置に支持され、整形光学系からのレーザビームをレーザ加工室内の液晶ディスプレイ基板面に照射させる反射鏡とを備え、該反射鏡は、整形光学系から出射したレーザビームを、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させる反射面を有することを特徴とする薄膜半導体素子のレーザアニール装置。

【請求項 3】 レーザ発振装置と、該レーザ発振装置から出射されたレーザ光を均一強度分布のレーザビームとして透過させる整形光学系と、レーザビームの入射部に透過窓を有し、かつ同一位置に矩形状の薄膜半導体素子を有する各々の画素を複数整列させてなる液晶ディスプレイ基板を、所定位置にセットしたレーザ加工室と、整形光学系及びレーザ加工室間の光路位置に支持され、整形光学系からのレーザビームをレーザ加工室内の液晶ディスプレイ基板面に照射させる反射鏡とを備え、該反射鏡は、整形光学系から出射したレーザビームを、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させる反射面を有し、前記透過窓は、レーザ発振装置から出射されるパルスレーザの出力をほとんど減衰させずに、レーザ光を透過させるためのレーザ発振波長に対応した誘電体多層膜を有することを特徴とする薄膜半導体素子のレーザアニール装置。

【請求項 4】 前記反射鏡の反射面は、整形光学系からレーザビームが出射したとき、そのレーザビームをレーザ加工室内の液晶ディスプレイ基板の各画素における薄

膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させるビーム反射面部と、レーザビームを反射させないビーム無反射面部とを山形状に形成した凹陥条溝を有していることを特徴とする特許請求の範囲第 2 項または第 3 項の何れかに記載の薄膜半導体素子のレーザアニール装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜半導体素子を有する平面状の液晶ディスプレイを製作する際、その薄膜半導体素子をレーザアニールする方法とその装置とに係り、特に、薄膜トランジスタを有する大面積のディスプレイに好適なものに関する。

## 【0002】

20 【従来の技術】液晶基板を用いた平面ディスプレイでは、薄膜半導体素子として薄膜トランジスタ (TFT) を有するものがある。この薄膜トランジスタを有する平面ディスプレイにあつては、「東芝レビュー (1995 VOL. 50 No. 5 P395~P398)」において論じられ、各画素部における薄膜トランジスタの電子の電界効果移動度を向上させることが必要不可欠である。

30 【0003】一般に、液晶基板を高温炉内で 800℃以上に加熱すると、アモルファスシリコン (a-Si) からポリシリコン (多結晶シリコン、p-Si) に改質することができ、これによって電子電界効果移動度を向上する方法が用いられている。また、画素表示部と同一基板上に周辺駆動回路を内蔵することが試みられており、この周辺駆動回路用 TFT の形成には、エキシマレーザを用いたレーザアニール法が考えられている。

40 【0004】その際、基板上の TFT 部をレーザアニールする第一の従来技術としては、レーザ発振器から発振されたパルスレーザをビーム整形光学系を用いて均一な強度分布の帯状ビームに整形し、その帯状ビームをスキャンすることにより、基板の TFT 部に照射してアニールする方法がある。また、第二の従来技術としては、基板を間欠的に移動させると共に、その移動毎にレーザビームを照射させることにより、アニールする技術のものがある。

50 【0005】さらに第三の従来技術としては、図 7 に示すように、レーザ発振装置 21 により大きなエネルギーのパルスレーザ光 22 を照射し、そのパルスレーザ光 22 が大口径均一強度分布レーザビーム整形光学系 23 を通過することにより均一な強度分布のレーザビーム 24 とし、これを全反射鏡 25 により反射させてレーザアニール加工室 26 内の液晶ディスプレイ基板 27 の全面に一度に照射することにより、該基板 27 の TFT 部をレーザアニールする技術のものがある。なお、TFT 部をレーザアニールする場合、その TFT 部におけるレーザ

エネルギー密度は T F T 部の大きさにもよるが、一般には  $200 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$  の大きさであることが知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記に示す従来技術のものは、以下の点について配慮されていない。即ち、第一の従来技術のものは、帯状ビームを基板の T F T 部に照射するとき、帯状ビームをその都度スキャンするので、処理に手間がかかる問題がある。このような問題は、第二の従来技術のように、レーザビームの照射時、基板を間欠的に移動させるものにも同様のことが当てはまる。

【0007】また、第三の従来技術のものは、レーザビーム 4 を液晶ディスプレイ基板 27 の全面に一度に照射するので、処理時間が短縮化され、上記問題を解消し得る。しかしながら、液晶ディスプレイ基板 27 上の各画素部に占める T F T 部の面積比率が 20% 以下の小さいものであることを考慮すると、レーザビーム 24 の利用効率がその面積比率に相当することから 20% 以下となり、それ以外のレーザビーム 24 が無駄となるばかりでなく、それだけ電力を消費する問題がある。従って、第三の従来技術では、レーザビーム 24 を液晶ディスプレイ基板 27 全面に一度に照射した場合、該基板の各画素において T F T 部が存在しない部分まで照射されるので、レーザビームを有効に活用しているとはいえない。

【0008】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を鑑み、処理時間の短縮化は勿論の他、レーザビームを有効に活用してアニールする薄膜半導体素子のレーザアニール法を提供することにあり、他の目的は、上記方法を的確に実施し得る薄膜半導体素子のレーザアニール装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の一番目の発明では、同一位置に矩形状の薄膜半導体素子を有する各々の画素を複数整列させてなる液晶ディスプレイ基板を用い、該基板面にレーザ光を照射し、薄膜半導体素子をアモルファスシリコンからポリシリコンに改質してなる半導体素子のレーザアニール法において、レーザ光が出射されたとき、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させ、次いで、該帯状反射光が液晶ディスプレイ基板の各画素毎の薄膜半導体素子の長手方向の列に照射した時点で、各画素の薄膜半導体素子列のみを一括的にレーザアニールすることを特徴とするものである。

【0010】また本発明の二番目の発明では、レーザ発振装置と、該レーザ発振装置から出射されたレーザ光を均一強度分布のレーザビームとして透過させる整形光学系と、レーザビームの入射部に透過窓を有し、かつ同一

位置に矩形状の薄膜半導体素子を有する各々の画素を複数整列させてなる液晶ディスプレイ基板を、所定位置にセットしたレーザ加工室と、整形光学系及びレーザ加工室との光路位置に支持され、整形光学系からのレーザビームをレーザ加工室内の液晶ディスプレイ基板面に照射させる反射鏡とを備え、該反射鏡は、整形光学系から出射したレーザビームを、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させる反射面を有することを特徴とするものである。

【0011】本発明の一番目の発明では、レーザ発振装置からのレーザ光が反射鏡に当たると、その反射鏡によりレーザ光を液晶ディスプレイ基板上に照射する。その照射時、反射鏡においてはレーザビームが当たると、上述の如く、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として照射させ、次いで、該帯状反射光が液晶ディスプレイ基板の各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に照射した時点で、各画素の薄膜半導体素子列のみを一括的にレーザアニールするように構成したので、基板の各画素では帯状反射光が照射された薄膜半導体素子が、アモルファスシリコンからポリシリコンに改質される結果、電子の電界効果移動度が確実に向上する。従って、反射鏡により薄膜半導体素子の列のみを一括的にレーザアニールするので、第一、第二の従来技術に比較し、基板などをスキャンしたりすることが不要になると共に加工時間を確実に短縮させることができ、また第三の従来技術に比較し、基板全面を照射することがなく、そのため、レーザ光を極めて有効に利用することができる。

【0012】また、本発明の二番目の発明では、レーザ発振装置と、整形光学系と、レーザ加工室と、反射鏡とを備え、該反射鏡が、整形光学系からのレーザビームが出射したとき、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として照射させる反射面を有して構成したので、上記方法を的確に実施し得る。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図 1 乃至図 6 により説明する。図 1 乃至図 5 は本発明方法を実施するためのレーザアニール装置の一実施例を示している。実施例のレーザアニール装置は、図 1 に示すように、レーザ発振装置 1 からのパルスレーザ光 2 を液晶ディスプレイ基板 7 上の所望位置にのみ一括的に、しかも効率的に照射するようにしており、そのため、レーザ発振装置 1 と、大口径均一強度分布レーザビーム整形光学系 3 と、全反射鏡 5 と、レーザ加工室 6 とを備えてい

る。

【0014】実施例の構成を述べる前に、本例で取り扱う液晶ディスプレイ基板（以下、基板と略称す）7について述べると、該基板7は、図3及び図4に示すように、方形をなす複数の画素71が整列した状態で配列されている。これら画素71は各画素の同一位置であるその一端部に、斜線にて示すように矩形状をなし、かつ薄膜トランジスタからなる薄膜半導体素子（以下、TFT部と云う）72を有している。従って、この基板7はいわゆるTFT-LCD基板であって、約10インチ以上の大面積化されたものである。このTFT部72は、加工される前の状態ではアモルファスシリコン（a-Si）であって、レーザアニールされるとポリシリコン（多結晶、p-Si）状態となって電子の電界効果移動度が向上するものである。

【0015】因みに本例で扱う基板7は、製作される基板の精細度によって異なるものの、10インチクラスのもので画素数が概略25万個あり、一列の画素数が約500程度のものである。また、各画素71の幅L2は300~600 $\mu$ mであり、TFT部72の幅d2が100~150 $\mu$ mの大きさである。

【0016】そして、レーザ発振装置1は、紫外域のパルスレーザ光2を発生して照射するものであって、本例では例えばXeClからなるエキシマレーザ発振装置であり、308nmの発振波長を有する。

【0017】大口径均一強度分布レーザビーム整形光学系（以下、レーザビーム整形光学系と略称す）3は、レーザ発振装置1からのパルスレーザ光2が照射されると、方形のレーザビームを透過させ、しかもその際、中心部から周辺部にかけて殆どむらのない均一な強度分布のレーザビーム4として透過させるものである。

【0018】全反射鏡5は、レーザビーム4を反射し得る金属部材で形成され、或いはガラス部材に反射部材を設けて形成され、レーザビーム整形光学系3からレーザビーム4が照射すると、それを基板7に向かって反射させる。そのため、全反射鏡5は、図1の如く特定の角度をもつ傾斜状態に保持されている。

【0019】レーザ加工室6は、入射部にレーザ光の透過窓8を有して内部が密封されており、その内側底部に基板7を設置している。このレーザ加工室6は、レーザ照射時の加工条件として、内部を真空にしたり、またHeやArなどの特定ガスを充填することにより、清浄な雰囲気（例えば基板7が酸化しにくい特定ガス雰囲気）を生成する。そのため、レーザ加工室6には図示していないが、排気系及びガス充填系が接続されている。

【0020】しかして、全反射鏡5は、レーザビーム整形光学系3からのレーザビーム4が照射されると、基板7上のTFT部72の列にのみ一括的に反射させるように構成されている。

【0021】即ち、全反射鏡5の反射面には図2に拡大

して示すように、レーザビーム4を反射させるビーム反射面部51と、レーザビーム4を反射させないビーム無反射面部52とからなる山形形状の凹陥条溝53が手前背紙方向に沿って直線的に形成されると共に、その凹陥条溝53が傾斜（左右）方向に沿って連続的に複数形成されている。ビーム反射面部51は、レーザビーム4の光軸aと対向する位置にあって、また該光軸aに対し $\alpha$ の角度をもっている。そして、レーザビーム4が照射されたとき、そのビーム4が基板7上の各画素71のTFT部72における短手方向の幅d2とほぼ同様の大きさからなるビーム幅d1をもって、しかも各画素71のTFT部72における長手方向の列に向かって帯状の反射光9として反射するようにしている。一方、ビーム無反射面部52は、レーザビーム4の光軸aに対し $\beta$ の角度をもって形成され、レーザビーム4を反射させることがないようにしている。

【0022】従って、各ビーム反射面部51だけがTFT部72の列に向かって反射させるので、図2及び図4に示すように、それぞれの凹陥条溝53全体の幅L1は、各画素71の幅L2に応じた大きさをなしている。

【0023】なお本例では、レーザビーム3が図示の如く水平方向に照射されたとき、全反射鏡5のビーム反射面部51が、下方に設置されている基板7に反射させることができるようにするため、 $\alpha=45^\circ$ の角度に設定されている。また、レーザ加工室6の透過窓8としては、ガラス板、石英ガラス等の何れでもよいが、レーザ発振装置1が紫外域のパルスレーザ光を発生させることから、またガラス板では石英ガラスに比して内部構造の反射率が大きいことから、紫外線の透過率が良好でかつ内部構造の反射率の小さな石英ガラスで構成されることが好ましい。

【0024】実施例のレーザアニール装置は、上記の如き構成よりなるので、次にその動作に関連して本発明方法の一実施例について述べる。まず、レーザ加工室6の内部は、予め基板7が所定位置にセットされ、また特定ガス雰囲気中に生成されているものとする。

【0025】この状態にあるとき、レーザ発振装置1からパルスレーザ光2が照射され、該パルスレーザ光2がビーム整形光学系3を通過して均一な強度分布のレーザビーム4となり、そのレーザビーム4が全反射鏡5に当たることにより基板7に向かって反射する。

【0026】その反射時、全反射鏡5においては反射面である凹陥条溝53が図2に示す如く、レーザビーム4の光軸aに対し $45^\circ$ に傾いた角度 $\alpha$ をもち、帯状反射光9として各画素71のTFT部72の列に向かって反射し得るビーム反射面部51を有している。レーザビーム4が当たると、帯状反射光9が各画素71毎のTFT部72の長手方向の列に向かって確実に照射することができる。これにより、帯状反射光9は基板7において図4に示す各画素71の幅L2に対応し、図5に示す

如く、互いに幅  $L$  のピッチをもつ帯状レーザビーム分布  $9'$  をなす。そのため、帯状反射光  $9$  により各画素  $7$  の TFT 部  $72$  の列のみを一括的にレーザアニールすることができるので、基板の各画素  $7$  1 では帯状反射光  $9$  が照射された TFT 部  $72$  が、アモルファスシリコンからポリシリコンに改質される結果、電子の電界効果移動度が確実に向上する。

【0027】従って、全反射鏡  $5$  により TFT 部  $72$  の列のみを一括的にレーザアニールするので、第一、第二の従来技術に比較し、基板などをスキャンしたりすることが不要になると共に加工時間を確実に短縮させることができ、また第三の従来技術に比較し、基板全面を照射することがなく、そのため、レーザ光を極めて有効に利用することができる。

【0028】しかも、TFT 部  $72$  の列のみをレーザアニールするので、それだけ電力を確実に節減することもできる。例えば、総画素  $25$  万個で一列の画素数が  $500$  個となる基板の一行あたりレーザエネルギーは、 $(20 \sim 70 \mu J) \times 500 = 10 \sim 35 mJ$  が必要となり、基板全体として  $5 \sim 17.5 J$  程度のレーザエネルギーがあればよいことになる。この値は、基板全体にレーザを照射して  $120 \sim 180 J$  と大きなレーザエネルギーが必要となる第三の従来技術に比較し、はるかに小さなものであり、電力節減が確実なものとなる。

【0029】さらに、全反射鏡  $5$  においては、レーザビーム  $4$  が当たらない部分であるビーム無反射面部  $52$  が光軸  $a$  に対し  $\beta$  の角度で傾き、また各々の凹陥条溝  $53$  の頂点を結んだ包絡線  $b$  とレーザビーム  $4$  の光軸  $a$  との傾きが  $\gamma$  の角度であるとき、図  $2$  において全反射鏡  $5$  を時計方向及び反時計方向に回転させて使用できる限界角度は何れも  $\beta$  の角度となる。つまり、全反射鏡  $5$  は  $(\beta + \gamma)$  の角度の範囲内で回転調整すれば、光軸  $a$  に対しビーム反射面部  $51$  の角度  $\alpha$  が変化し、その結果として、そのビーム幅  $d1$  と間隔  $L1$  との双方が変化する。そのため、基板  $7$  における画素  $71$  の幅  $L2$  及び TFT 部  $72$  のビーム幅  $d2$  の大きさが変わっても、全反射鏡  $5$  を回転させてその角度を調節すれば、寸法上の変更に容易に対処することができる。従って、全反射鏡  $5$  の凹陥条溝  $53$  をビーム反射面部  $51$  とビーム無反射面部  $52$  とからなる山形状に形成すると、画素幅  $L2$ 、TFT 部  $72$  のビーム幅  $d2$  の寸法上の種々の変更に容易に対処できるので、それだけ設計上の裕度も広がる。

【0030】図  $6$  は他の実施例を示している。

【0031】この実施例において、前述した実施例と異なるのは、レーザ加工室  $6$  の透過窓  $8$  が誘電体多層膜  $10$  を有することにある。

【0032】即ち、この誘電体多層膜  $10$  は、レーザ加工室  $6$  の透過窓  $8$  の表裏面に夫々コーティングされており、全反射鏡  $5$  によって反射された帯状反射光  $9$  が透過窓  $8$  に入るとき、透過窓  $8$  の表面である入射面側におい

て帯状反射光  $9$  が外部に反射するのを極力抑え、透過窓  $8$  に対する帯状反射光  $9$  の透過率を高める一方、また帯状反射光  $9$  が透過窓  $8$  を通過して出るとき、透過窓  $8$  の裏面である出射面側において透過窓  $8$  中を透過した帯状反射光  $9$  が、さらに反射するのを極力抑え、帯状反射光  $9$  が透過窓  $8$  をそのまま真っ直ぐに出射するようにしている。この材質としては例えば、レーザ発振装置  $1$  の発振波長に関連し、例えば発振波長の  $1/4$  の波長に相当する誘電体多層膜で構成することにより、発振波長と合致させている。

【0033】このように、レーザ加工室  $6$  の透過窓  $8$  の表裏面に誘電体多層膜  $10$  をコーティングすると、全反射鏡  $5$  によりレーザビーム  $4$  が帯状反射光  $9$  として反射し、透過窓  $8$  を透過する際、透過窓  $8$  の表面側及び裏面側で外部に反射するのを極力抑制することができる。そのため、透過窓  $8$  におけるレーザビーム  $4$  の透過率がより高まり、レーザ発振装置から出射するパルスレーザの出力をほとんど減衰させることなくレーザ光を透過させることができ、 $99\%$  以上の透過率を得ることが可能となるので、レーザビーム  $4$  の利用効率をいっそう的確に高めることができる。

【0034】なお図示実施例では、誘電体多層膜コーティング  $9$  が透過窓  $8$  の表裏面の双方に施された例を示したが、表面及び裏面の何れか一方に施されてもそれだけ有効となるのは勿論である。

【0035】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の請求項  $1$  によれば、レーザ光が照射されたとき、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させ、該帯状反射光が液晶ディスプレイの各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に照射した時点で、各画素の薄膜半導体素子列のみを一括的にレーザアニールするように構成したので、従来技術のように液晶基板などをスキャンしたりする必要がないばかりでなく、全面を照射することが不要になる結果、レーザ光を有効に利用することができ、またそれだけ電力を確実に節減することができる効果がある。

【0036】また、請求項  $2$  によれば、反射鏡は、整形光学系から出射したレーザビームを、液晶ディスプレイの各画素における薄膜半導体素子の一方の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつその各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させる反射面を有して構成したので、上記請求項  $1$  の方法を的確に実施し得る。

【0037】さらに、請求項  $3$  によれば、請求項  $2$  に加え、透過窓がレーザ発振装置から出射されるパルスレーザの出力をほとんど減衰させることなく、レーザ光を透過させるためのレーザ発振波長に対応した誘電体多層膜

10

20

30

40

50

を有するので、レーザビームの利用効率をいっそう的確に高めることができる効果がある。

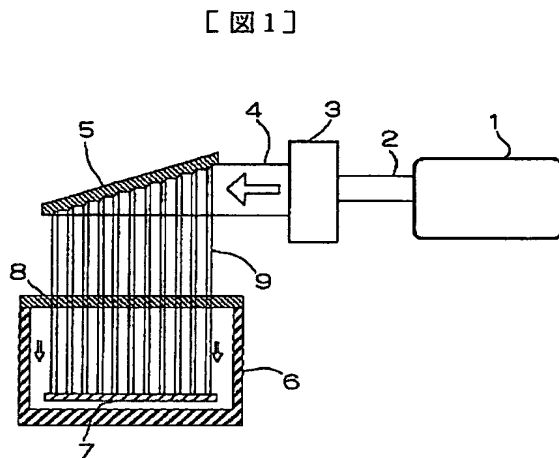
【0038】そして、請求項4によれば、反射鏡の反射面が、レーザビームをレーザ加工室内の液晶ディスプレイ基板の各画素における薄膜半導体素子の一方向の幅とほぼ同じビーム幅をもち、かつ各画素毎の薄膜半導体素子の他の方向の列に向かう帯状反射光として反射させるビーム反射面部と、レーザビームを反射させないビーム無反射面部とを山形状に形成した凹陷条溝を有して構成したので、反射鏡を若干回転させるだけで、種々のサイズの半導体素子をレーザアニールすることができ、種々のサイズの半導体素子にも容易に対処することができると共に、それだけ設計上の裕度を上げることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

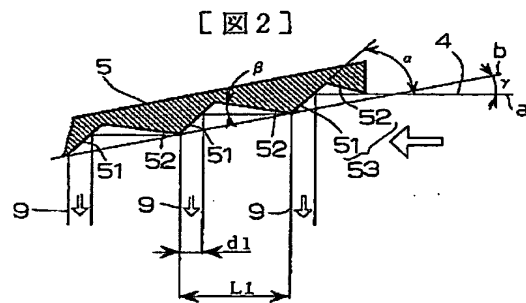
【図1】本発明方法を実施するためのレーザアニール装置の第一の実施例を示す構成図。

【図2】全反射鏡の要部を示す拡大説明図。

【図1】



【図2】

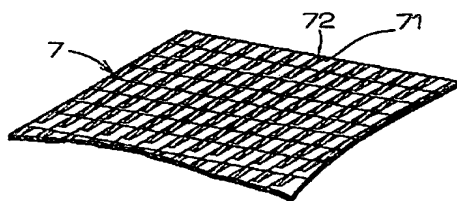


【図6】

【図6】

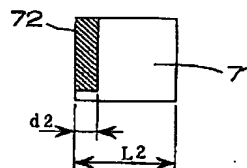
【図3】

【図3】



【図4】

【図4】



【図3】基板を示す概略斜視図。

【図4】基板における画素とTFT部との大きさの関係を示す説明図。

【図5】ビーム整形光学系と全反射鏡と基板間におけるレーザビームの光路を示す説明図。

【図6】レーザアニール装置の他の実施例を示す構成図。

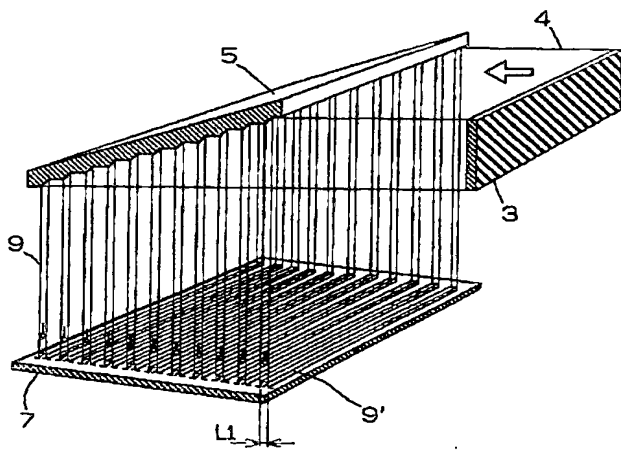
【図7】従来技術のレーザアニール装置の一構成例を示す説明図。

【符号の説明】

1, 21…レーザ発振装置、2, 22…パルスレーザ、3, 23…大口径均一強度分布レーザビーム整形光学系、4, 24…レーザビーム、5, 25…全反射鏡、51…凹陷条溝、52…ビーム反射面部、53…無反射面部、6, 26…レーザ加工室、7, 27…液晶ディスプレイ基板としてのTFT-LCD基板、8…透過窓、9…誘電体多層膜。

【図 5】

[ 図 5 ]



【図 7】

[ 図 7 ]

